

PROCEDE ET DISPOSITIF DE GENERATION D'ELEMENTS SPECIFIQUES D'UNE IMAGE, ET PROCE
DE ET DISPOSITIF DE GENERATION D'IMAGES DE SYNTHESE COMPORTANT DE TELS ELEMENTS
SPECIFIQUES

5 L'invention concerne un procédé et un dispositif de génération
d'éléments spécifiques ayant des caractéristiques distinctes de celles de
la majorité des éléments génériques d'une image, notamment de feux
calligraphiques ayant une résolution, une précision de positionnement
ainsi qu'un contraste supérieurs au reste de l'image. Elle concerne aussi
10 un procédé et un dispositif de génération d'images de synthèse utilisant le
procédé de génération d'éléments spécifiques, ainsi qu'un simulateur de
vol utilisant ce dispositif, notamment des simulateurs d'aéronefs pouvant
être certifiés au plus haut niveau de qualification par les organismes
officiels.

15 Dans un système visuel de simulateur d'avions ou
d'hélicoptères, la représentation des feux de piste doit être extrêmement
précise et réaliste afin de satisfaire aux exigences d'entraînement des
pilotes, telles qu'elles sont définies par la réglementation en vigueur
(niveau D des circulaires FAA AC120-40B et JAR STD 1A). La résolution
20 de ces feux, leur précision de positionnement ainsi que leur contraste par
rapport au reste de la scène excèdent la capacité des projecteurs actuels
pilotés en mode « raster » (balayage de type télévision).

Cet affichage est donc réalisé par des projecteurs spécialisés
25 affichant séquentiellement la scène visuelle constituée, par exemple, de
polygones (pistes, bâtiments, sol...), dans un mode dit TV, puis enfin les
feux de piste avec un mode particulier dit calligraphique où le spot peut
être positionné en x-y n'importe où dans l'image et y rester le temps
nécessaire pour obtenir la luminosité requise. Ce mode permet d'avoir à la
30 fois des feux très lumineux et positionnés avec une très grande précision.
De tels feux sont appelés feux calligraphiques ou bien encore points
lumineux.

Aujourd'hui, pour de telles applications de simulateurs de vol
35 sont utilisées des machines spécialisées de génération d'images

2

complexes et coûteuses (plus de 100000€ par canal visuel). La réduction des coûts et de la complexité des dispositifs de génération d'images de synthèse pour de telles applications comportant des feux calligraphiques pourrait être envisagée en utilisant les dernières cartes graphiques grand public. En effet, ces cartes graphiques grand public ont un niveau de performances et une qualité d'images qui permettraient de satisfaire les exigences de certification FAA/JAA. Mais ces cartes graphiques grand public ne permettent pas de générer de feux calligraphiques.

10 Dans l'architecture actuelle d'un générateur d'image de synthèse, le processeur de pixels calcule la luminosité des feux calligraphiques après avoir calculé la luminosité des pixels de l'image 2D. L'information de luminosité de chacun des feux est ensuite associée à ses coordonnées 2D pour affichage sur le projecteur en mode calligraphique.

15 Cette méthode est rendue possible car les informations de profondeur par rapport à la position d'observation sont directement disponibles sur la carte (algorithme type Z-buffer, range buffer ou équivalent).

Donc, dans les dispositifs de génération d'images de synthèse

20 actuels, la problématique de la gestion des feux calligraphiques et, en particulier, de leur occultation possible par d'autres éléments de la scène a été introduite au niveau de leur conception. Une telle intégration à la conception dans les cartes graphiques grand public n'est pas envisageable.

25

Dans une carte graphique du commerce pour PC, le processeur géométrique et le processeur de pixels sont intégrés sur le processeur graphique de la carte. Il est généralement impossible sans le support du constructeur de la carte, voire du processeur graphique, d'accéder aux

30 informations de profondeur permettant de gérer les occultations.

Ceci introduit une dépendance vis à vis de constructeurs. Or, les constructeurs de ce type de cartes ne sont pas intéressés par le marché de la simulation, notamment au niveau le plus élevé des normes

FAA/JAA. Ce désintéressement est lié au fait qu'il s'agisse d'une niche technologique trop étroite, représentant un marché de seulement une centaine de canaux par an.

5 De plus la solution actuelle est spécifique du processeur graphique utilisé et n'est, donc, pas immédiatement portable. L'utilisation d'une nouvelle carte équipée d'un processeur graphique différent nécessite alors une modification du calcul des feux calligraphiques.

10 La présente invention permet de palier ces inconvénients en séparant le procédé de génération des éléments génériques, notamment d'éléments de la scène d'observation, du procédé de génération des éléments spécifiques, notamment de feux calligraphiques, permettant ainsi l'utilisation pour la génération des éléments génériques de carte graphique grand public et pour l'implémentation séparée de ces deux procédés
15 d'éléments génériques et d'éléments spécifiques sur des calculateurs classiques, par exemple de type PC.

Un objet de l'invention est un procédé de génération d'éléments spécifiques ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité
20 des éléments génériques d'une image tel que la génération de ces éléments spécifiques est réalisée de manière indépendante par rapport à la génération des éléments génériques de l'image.

De plus, le procédé de génération d'éléments spécifiques selon
25 l'invention peut comporter la détermination de l'incidence de ces éléments génériques sur les éléments spécifiques.

En outre, la détermination de l'incidence sur les éléments spécifiques peut comporter, pour chaque élément spécifique :

30 – La classification des éléments génériques en éléments génériques à tester si ces éléments génériques sont contenus par une subdivision de la pyramide de vision définie par le point d'observation comportant l'élément spécifique,

4

- La détermination des éléments génériques ayant une incidence sur au moins un élément spécifique en parcourant l'ensemble des éléments génériques à tester afin de déterminer si l'un de ces éléments génériques est intersecté par la droite passant par le point d'observation et l'élément spécifique,
- Le calcul de l'incidence sur l'élément spécifique à partir de l'élément générique déterminé comme ayant une incidence.
- La classification des éléments génériques permet de réduire la puissance de calcul requise.

10

L'invention propose aussi un dispositif de génération d'éléments spécifiques mettant en œuvre le procédé de génération d'éléments spécifiques ci-dessus, comportant des moyens de détermination de l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques.

15

Un autre objet de l'invention est un procédé de génération d'images de synthèse comportant des d'éléments spécifiques ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité des éléments génériques des images caractérisé en ce qu'il comporte :

20

- sur une première voie :
 - l'extraction des coordonnées N-dimensions (N entier supérieur ou égal à 3) des éléments génériques, à partir du point d'observation fourni et d'une base de données visuelles,
 - le calcul de l'image 2D en fonction des coordonnées génériques extraites ;
- sur une deuxième voie, le procédé de génération d'éléments spécifiques décrit ci-dessus.

25

L'invention concerne, en outre, un dispositif de génération d'image de synthèse comportant :

30

- Sur une première voie, des moyens de génération d'éléments génériques mettant en œuvre l'extraction des éléments génériques et

le calcul de l'image 2D du procédé de génération d'images de synthèse ci-dessus;

- Sur une deuxième voie, des moyens de génération d'éléments spécifiques mettant en œuvre le procédé de génération d'éléments spécifiques décrit ci-dessus .

L'invention peut être utilisé par un simulateur de vol comportant, donc, le dispositif de génération d'images de synthèse ci-dessus.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description, faite à titre d'exemple, et des figures s'y rapportant qui représentent :

- Figure 1, un exemple d'architecture actuelle du procédé de génération de synthèse d'image avec feux calligraphiques selon l'état de l'art,
- Figure 2, un exemple d'architecture du procédé de génération de synthèse d'image avec éléments spécifiques selon l'invention,
- Figure 3, le principe de la méthode dite « du lancer de rayons » mise en œuvre par le procédé de détermination d'incidence des éléments génériques sur des éléments spécifiques,
- Figures 4a et 4b, le principe de la classification des éléments génériques par subdivision de la pyramide de vision selon l'invention : la figure 4a montrant la pyramide avant subdivision et la figure 4b après une première subdivision.

Le but du procédé de l'invention est de générer les éléments spécifiques F d'images de synthèse. Pour reproduire ces éléments spécifiques F, le projecteur est interfacé par une carte graphique spécifique afin de commander le projecteur dans ce mode spécifique. Les éléments spécifiques F d'une image de synthèse se distingue des éléments génériques E_G de l'image en ce qu'ils ont des caractéristiques distinctes de reproduction des éléments génériques E_G . Ces caractéristiques distinctes sont, par exemple, que la résolution, et/ou la précision, et/ou le contraste de ces éléments spécifiques F sont supérieurs à ceux des éléments génériques E_G .

Dans les exemples suivants, les éléments génériques E_G de l'image seront constitués par des polygones et les éléments spécifiques F par des feux calligraphiques. Le mode spécifique sera, alors, le mode calligraphique et le mode générique le mode TV. Ces exemples sont
5 transposables à tout type d'éléments génériques E_G : points, segments, polyèdres... et à tout type d'éléments spécifiques.

Dans l'architecture actuelle représenté par la figure 1, le procédé de génération d'images de synthèse est mis en œuvre par un
10 générateur d'image complexe.

Ce générateur d'image complexe comporte deux voies :

- La première voie pour le mode TV fournissant les instructions de commande $C_S(t)$ de la carte graphique interfacant le projecteur pour
15 reproduire la scène d'observation,
- La deuxième voie pour le mode calligraphique fournissant les instructions de commande $C_F(t)$ de la carte graphique spécifique interfacant le projecteur pour reproduire les feux calligraphiques F .

20 A partir de la position d'observation $P_o(t)$, les coordonnées 3D de la scène visuelle (des élément génériques) E_G sont extraits par des moyens d'extraction 11 d'une base de données visuelles B . Dans un premier temps, la géométrie 2D de l'image correspondant à la scène et des feux calligraphiques dans la fenêtre d'observation définie par le point
25 d'observation $P_o(t)$ est calculée, par exemple, un processeur géométrique 12. Dans un deuxième temps, l'occultation et la luminosité des feux calligraphiques $L_f(t)$ sont calculées après avoir calculé la luminosité des pixels de l'image 2D $C_S(t)$, par exemple le processeur de pixels 13. La luminosité des pixels de l'image 2D $C_S(t)$ est transmis à une
30 carte graphique (non représentée) pour commander le projecteur (non représentée) en mode TV.

A nouveau à partir de la position d'observation $P_o(t)$, les coordonnées 3D des feux calligraphiques (des élément spécifiques) F sont

extraits de la base de données visuelles B par des moyens d'extraction des feux 21. Dans un premier temps, ces coordonnées 3D des feux calligraphiques F dans la fenêtre d'observation définie par le point d'observation $P_o(t)$ sont convertis en coordonnées 2D par des moyens de
5 conversion 22. Dans un deuxième temps, l'information de luminosité de chacun des feux $L_f(t)$ calculée par la première voie est ensuite associée par des moyens d'association 24, à ses coordonnées 2D déterminées par la deuxième voie pour affichage sur le projecteur en mode calligraphique. Cette méthode est rendue possible car les informations de profondeur par
10 rapport au point d'observation sont directement disponibles sur la carte (algorithme type Z-buffer , range buffer ou équivalent).

Afin de réduire les coûts et la complexité des générateurs d'image de synthèse avec éléments spécifiques, tels que, notamment, des
15 feux calligraphiques, l'invention propose une nouvelle architecture de la méthode de génération de telles images et, en particulier, de génération d'éléments spécifiques qui à l'avantage de rendre indépendante la génération des éléments spécifiques de la génération des éléments génériques. Ainsi, en séparant la génération d'éléments spécifiques 20 de la génération d'éléments génériques 10, l'utilisation de carte graphique et de calculateur(s) grand public est rendue possible.

La nouvelle architecture proposée figure 2 permet, donc, de calculer d'une façon complètement indépendante l'image TV et les feux
25 calligraphiques. L'avantage principal de cette solution est qu'elle permet de suivre l'évolution continue des performances des processeurs graphiques en utilisant la carte graphique la plus performante du moment sans modifier le calcul des feux calligraphiques.

30 La méthode de génération d'éléments spécifiques faisant l'objet de l'invention est illustrée par la deuxième voie de la figure 2.

Des moyens d'extraction 21' extraient de la base de données visuelles B, à partir de la position d'observation $P_o(t)$, les coordonnées 3D

8

non seulement des éléments spécifiques F, des feux calligraphiques dans notre exemple, comme dans l'art antérieur, mais aussi des éléments génériques E_G , des polygones constituant la scène dans notre exemple. Les coordonnées 3D extraites des éléments spécifiques F sont converties
5 en 2D par des moyens de conversion 22, et l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques, la luminosité des feux calligraphiques en fonction de l'occultation dans notre exemple, $L_f(t)$ est déterminée par des moyens de détermination d'incidence 23. Les moyens d'association 24 reçoivent les coordonnées 2D des feux des moyens de
10 conversion 22 et l'information de luminosité de chacun des feux $L_f(t)$ calculée par les moyens de détermination d'incidence 23.

Pour mettre en œuvre une telle méthode de génération d'éléments spécifiques, la deuxième voie ou voie calligraphique peut
15 comporter un ou plusieurs calculateur(s) PC ou équivalent synchronisé(s) avec le précédent possédant une copie de la base de données B et calculant les occultations par une méthode de détermination de l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques implanté 23, par exemple, d'une façon purement logicielle. Cette méthode de détermination
20 de l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques 23 est décrite plus en détail ci-après.

Une carte au format PCI ou équivalent assure l'interface avec l'entrée calligraphique du projecteur. Elle permet également de générer
25 des effets atmosphériques spéciaux par défocalisation des feux. Cette carte est simple et peu coûteuse, elle doit être configurée par programmation d'un FPGA suivant le projecteur utilisé.

La méthode de génération d'image de synthèse comportant des
30 éléments spécifiques proposée par l'invention comporte donc sur une première voie ou voie graphique TV une méthode de génération d'éléments génériques 10 comportant :

9

- l'extraction 11 des coordonnées N-dimensions (N entier supérieur ou égale à 3) des éléments génériques E_G , à partir du point d'observation fourni $P_o(t)$ et d'une base de données visuelles B ,
- le calcul 12' de l'image 2D en fonction des coordonnées génériques E_G
5 extraites.

Cette voie graphique TV peut comporter un PC ou équivalent avec carte graphique commerciale standard non modifiée.

- 10 Cette nouvelle architecture permet d'utiliser une ou plusieurs machines suivant les performances demandées et les technologies du commerce disponibles, et elle présente donc une très grande souplesse dans son dimensionnement. Un système visuel ne possédant pas la fonction calligraphique peut maintenant facilement être modernisé grâce à
15 cette solution, et ce sans remettre en cause l'architecture existante.

Ainsi, le dispositif de génération d'images de synthèse comportant des moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) et des moyens (20) de génération d'éléments spécifiques (F) peut
20 comporter :

- Soit un seul premier processeur (non représenté) comportant à la fois comportant les moyens (20) de génération d'éléments spécifiques (F) pouvant être interfacé à au moins un projecteur par une carte électronique et les moyens (10) de génération d'éléments génériques
25 (E_G)
 - Soit un premier processeur comportant les moyens (20) de génération d'éléments spécifiques (F) pouvant être interfacé à au moins un projecteur par une carte électronique, et un deuxième processeur comportant les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G).
- 30 Ledit premier processeur pouvant comporter la carte graphique du mode générique.

De plus, la souplesse de la solution de séparation des deux voies illustrée par la figure 2 permet la réalisation d'effets spéciaux basés

10

sur l'utilisation des feux calligraphiques, tels que la réflexion des feux sur piste mouillée de manière très réaliste, alors que cela est pratiquement impossible avec une solution traditionnelle.

5 L'invention repose aussi sur la détermination de l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques, par exemple, par un algorithme d'occultation très performant en terme de puissance de calcul, pouvant être exécuté sur un calculateur classique de type PC.

10 Le calcul de l'occultation, par rapport à un observateur, d'un point appartenant à une scène visuelle est très coûteux en terme de puissance de calcul requise avec une solution classique ou exige une carte de calcul spécialisée, couplée au reste du générateur d'images.

15 La méthode de détermination d'incidence, notamment d'occultation, décrite ci-après permet de réduire considérablement la puissance de calcul requise grâce à sa conception adaptée au problème posé, à savoir l'occultation de points lumineux. Les exigences d'entraînement fixent à environ 5000 le nombre de feux à calculer par
20 canal graphique dans un temps de calcul imparti inférieur à 25 ms.

La méthode utilisée afin de déterminer si les éléments génériques ont une incidence sur les éléments spécifiques (notamment, si les feux calligraphiques sont vus ou occultés) est basée sur le « lancer de
25 rayons ».

La détermination des éléments génériques (E_G) ayant une incidence sur au moins un élément spécifique est effectuée en parcourant l'ensemble des éléments génériques (E_G) à tester afin de déterminer si
30 l'un de ces éléments génériques (E_G) est intersecté par la droite passant par le point d'observation et l'élément spécifique,

Dans notre exemple, l'image est constitués par des éléments génériques E_G composés de polygones et des éléments spécifiques (de

11

feux) représentés par des étoiles. Le principe du lancer de rayons présenté par la figure 3 consiste à définir pour chaque feu la droite passant par le point d'observation $P_o(t)$ et ce feu F_k ($1 \leq k \leq K$), et à parcourir l'ensemble des polygones de l'image pour déterminer si l'un d'entre eux est intersecté par la droite (et donc occulte le feu considéré).
5 Cependant, étant donné le nombre très élevé de polygones et de feux présents dans les images traitées habituellement, le lancer de rayons décrit ci-dessus mènerait inévitablement à un nombre de calculs exponentiel rendant cette méthode lourde en terme de coût de calculs.

10

Afin de réduire le coût de calcul de la méthode de détermination d'incidence, le principe du lancer de rayon peut être conservé tout en mettant également en œuvre une classification des rayons permettant de réduire énormément le nombre d'intersections calculées.

15

Cette classification des éléments génériques (E_G) permet de ne retenir comme éléments génériques (E_G) à tester les éléments génériques (E_G) contenus par une subdivision de la pyramide de vision définie par le point d'observation comportant l'élément spécifique comme l'illustrent les
20 figures 4a et 4b.

Ainsi la méthode de détermination d'incidence utilisant la classification permet d'éviter un traitement exhaustif des intersections droites / polygones, très coûteuses, en construisant à chaque cycle une
25 classification de ces éléments en fonction de leur position par rapport à l'observateur. Cette classification est réalisée en subdivisant la pyramide de vision, ce qui permet dans bien des cas de ne plus tester certains polygones, dont on sait qu'ils ne pourront occulter aucun feu.

30

Dans l'exemple illustré par les figures 4a et 4b, la subdivision de la pyramide de vision Y_v de la figure 4a mène à deux sous-pyramides Y_{s1} et Y_{s2} de la figure 4b. Dans le cas illustré par la figure 4b, la classification permet de constater que l'une des sous-pyramides Y_{s2} ne contient aucun feu F_k (les feux étant représentés par des étoiles), et qu'il

12

est donc inutile de prendre en compte tous les polygones E_G (représentés par des segments de droites) qu'elle contient.

Ce principe de subdivision, appliqué à plusieurs reprises,
5 permet d'obtenir une partition de la pyramide de vision Y_v sous forme d'arborescence et, finalement, de réduire considérablement le nombre d'intersections droites / polygones calculées.

Ayant ainsi déterminer, plus rapidement grâce à la
10 classification, l'élément générique E_G ayant une incidence sur un élément spécifique donné F_k , l'incidence est calculée (par exemple la luminosité résultante dans le cas d'une occultation totale ou partielle, la défocalisation dans le cas d'effets atmosphériques, la réflexion optique dans le cas d'une réflexion sur un élément générique tel que, notamment,
15 une surface mouillée ...).

L'originalité de la méthode de détermination d'incidence avec classification repose sur quatre facteurs :

- la structure de données est ainsi optimisée.
- 20 – La classification des rayons tracés permet de réduire considérablement le nombre d'intersections calculées.
- Une partie des traitements peuvent être effectués de façon asynchrone, parce que les résultats ne varient pas rapidement. Ils correspondent à un premier dégrossissage de la liste des éléments
25 pouvant avoir une incidence sur les feux calligraphiques.
- Le calcul de l'incidence proprement dite est réalisé de façon synchrone.

Ainsi, la classification et la détermination des éléments
30 génériques (E_G) ayant une incidence peuvent être réalisées de manière asynchrone, et le calcul de l'incidence peut être réalisé de manière synchrone.

13

La présente méthode de détermination d'incidence avec classification permet de traiter tous les cas de fonctionnements opérationnels, incluant notamment les cas d'occultation par des objets mobiles dans la scène (véhicules au sol ou trafic aérien) ou par des faces
5 semi-transparentes ou texturées, comme des couches nuageuses par exemple.

La présente méthode de détermination d'incidence avec classification permet de diviser environ par 10 la puissance de calcul
10 nécessaire comparée aux algorithmes classiques utilisés aujourd'hui.

Le dispositif de génération d'images de synthèse avec feux calligraphique permet le traitement des feux calligraphiques par une solution purement logicielle fonctionnant sur un matériel du commerce,
15 utilisant un algorithme de lancer de rayons pour le calcul d'occultation des feux calligraphiques, avec :

- Une structure de données optimisée et une classification des rayons tracés permettant de réduire le nombre d'intersections calculées.
- Une partie des calculs d'occultation effectuée de façon asynchrone et
20 le calcul de l'occultation proprement dite réalisée de façon synchrone.

Les simulateur de vol équipé d'un tel dispositif de génération d'images de synthèse mettant en œuvre le procédé de génération d'éléments spécifique de l'invention satisfont la réglementation en vigueur. En
25 particulier, la méthode de détermination d'incidence avec classification permet de répondre à certaines des exigences en terme d'occultation et de réflexion de cette réglementation.

La présente invention se rapporte donc à une nouvelle
30 architecture comportant deux voies séparées correspondant, respectivement aux modes générique et spécifique, permettant l'utilisation de cartes graphiques grand public et l'implantation des calculs d'occultation des feux sur des calculateurs du commerce de type PC ce

qui permet d'économiser le développement et l'achat de cartes graphiques spécialisées toujours très onéreuses.

REVENDICATIONS

1. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité des éléments génériques (E_G) d'une image caractérisé en ce que la génération de ces
5 élément spécifiques (F) est réalisée de manière indépendante par rapport à la génération des éléments génériques (E_G) de l'image.
2. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte la détermination (23) de l'incidence de ces éléments génériques (E_G) sur les éléments
10 spécifiques (F).
3. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon la revendication précédente caractérisé en ce que la détermination de l'incidence sur les éléments spécifiques (F) comporte, pour chaque éléments spécifiques (F) :
 - 15 – La classification des éléments génériques (E_G) en éléments génériques (E_G) à tester si ces éléments génériques (E_G) sont contenus par une subdivision de la pyramide de vision définie par le point d'observation comportant l'élément spécifique,
 - La détermination des éléments génériques (E_G) ayant une incidence
20 sur au moins un élément spécifique en parcourant l'ensemble des éléments génériques (E_G) à tester afin de déterminer si l'un de ces éléments génériques (E_G) est intersecté par la droite passant par le point d'observation et l'élément spécifique,
 - Le calcul de l'incidence sur l'élément spécifique à partir de l'élément
25 générique déterminé comme ayant une incidence.
4. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon la revendication précédente caractérisé en ce que caractérisé en ce que la classification et la détermination des éléments génériques (E_G) ayant une incidence sont réalisées de manière asynchrone, et en ce que le calcul de
30 l'incidence est réalisé de manière synchrone.
5. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon l'une quelconques des revendications 3 ou 4 caractérisé en ce que l'incidence

consiste soit en une occultation totale ou partielle, soit en un effet atmosphérique, soit en une réflexion.

6. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon l'une quelconques des revendications 2 à 5 caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5 – l'extraction des coordonnées N-dimensions (N entier supérieur ou égale à 3) des éléments spécifiques (F) et des éléments génériques (E_G) , à partir un point d'observation fourni $P_o(t)$ et d'une base de données visuelles (B),
- la détermination de l'incidence (23) à partir des coordonnées extraites,
- 10 – la conversion (22) des coordonnées des éléments spécifiques (F) dans un format M-dimensions prédéterminé (M entier supérieur ou égale à 2),
- l'association (24) à ces coordonnées M-dimensions de l'incidence déterminée, fournissant des coordonnées et des caractéristiques de
- 15 génération des éléments spécifiques $C_F(t)$.

7. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon l'une quelconques des revendications précédentes caractérisé en ce que les éléments spécifiques (F) correspondent aux éléments affichés dans un mode calligraphique et les éléments génériques (E_G) aux éléments

20 affichés dans un mode TV.

8. Dispositif de génération d'éléments spécifiques (F) mettant en œuvre le procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (23) de détermination de l'incidence des éléments génériques

25 (E_G) sur les éléments spécifiques (F).

9. Procédé de génération d'images de synthèse comportant des d'éléments spécifiques (F) ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité des éléments génériques (E_G) des images caractérisé en ce qu'il comporte :

- 30 – sur une première voie (10):
 - l'extraction (11) des coordonnées N-dimensions (N entier supérieur ou égale à 3) des éléments génériques (E_G) , à partir du point d'observation fourni $P_o(t)$ et d'une base de données visuelles (B),

- le calcul (12) de l'image 2D en fonction des coordonnées génériques (E_G) extraites ;
 - sur une deuxième voie (20), le procédé de génération d'éléments spécifiques (F) de l'une quelconque des revendications 1 à 7.
- 5 10. Dispositif de génération d'image de synthèse comportant :
 - Sur une première voie, des moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) mettant en œuvre l'extraction (11) des éléments génériques (E_G) et le calcul (12') de l'image 2D du procédé de génération d'images de synthèse de la revendication 9 ;
 - 10 – Sur une deuxième voie, le dispositif de génération d'éléments spécifiques (20) selon la revendication 8.
- 11. Dispositif de génération d'images de synthèse selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte au moins un premier processeur comportant les moyens (20) de génération d'éléments
15 spécifiques (F) pouvant être interfacé à au moins un projecteur par une carte électronique, ledit premier processeur comportant cette dite carte.
- 12. Dispositif de génération selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième processeur comportant les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) .
- 20 13. Dispositif de génération selon la revendication 11 caractérisé en ce que ledit premier processeur comporte en outre les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) .
- 14. Simulateur de vol caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de génération d'images de synthèse selon l'une quelconque des
25 revendications 8 et 10 à 13.

1/2

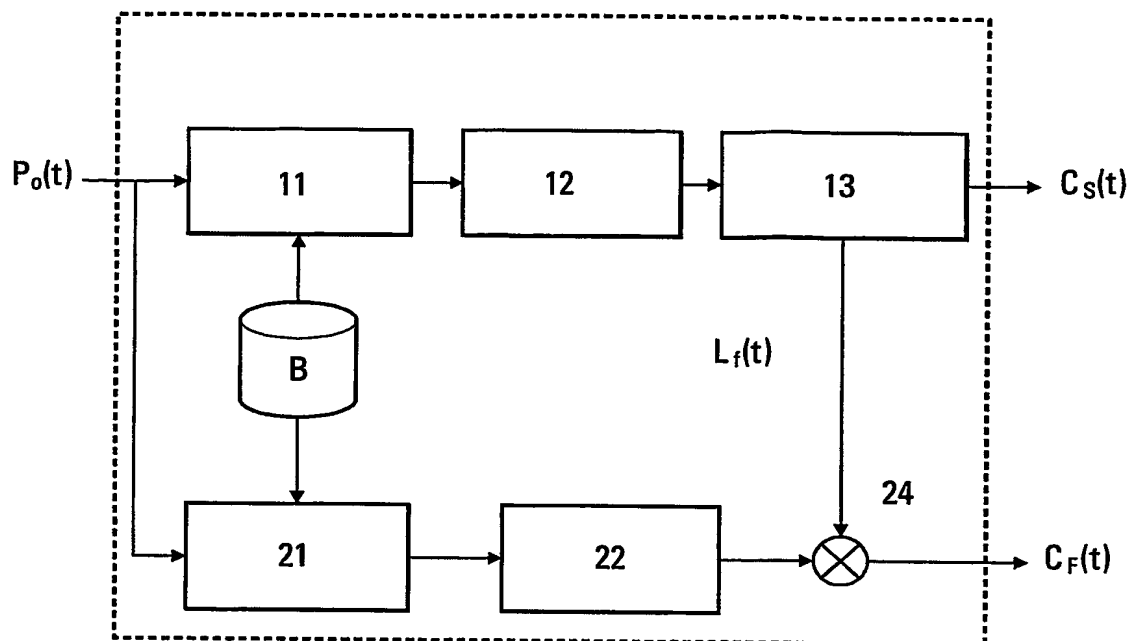


Fig. 1

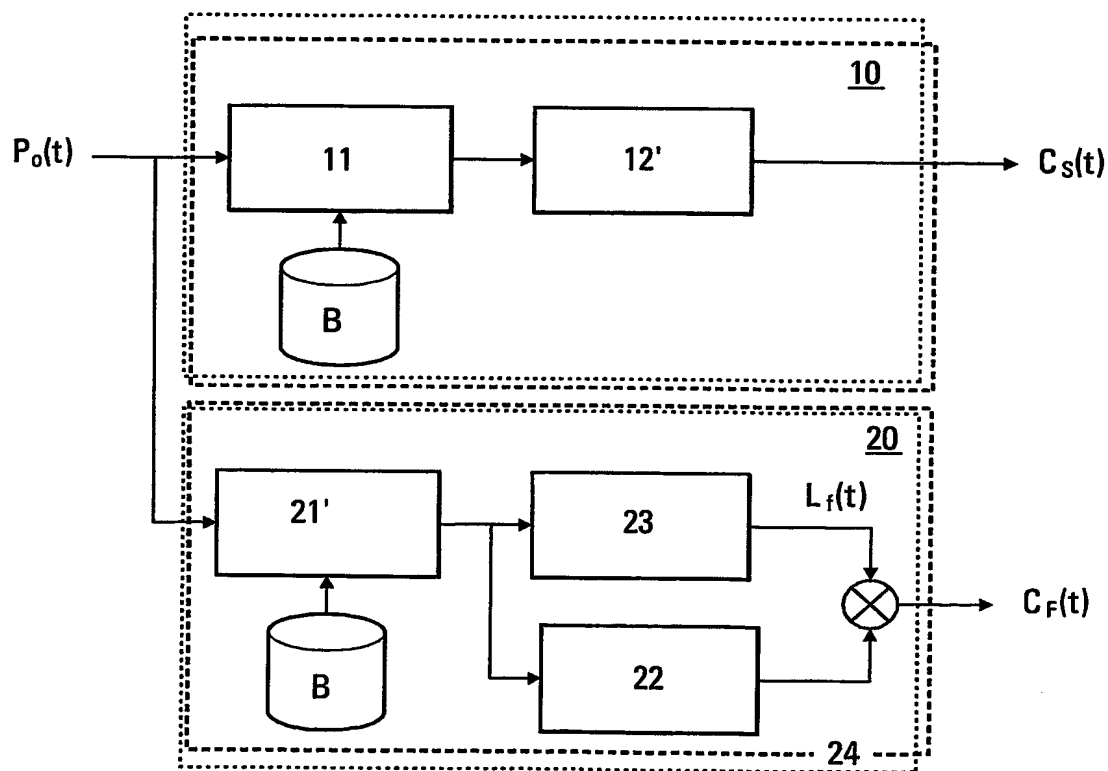


Fig. 2

2/2

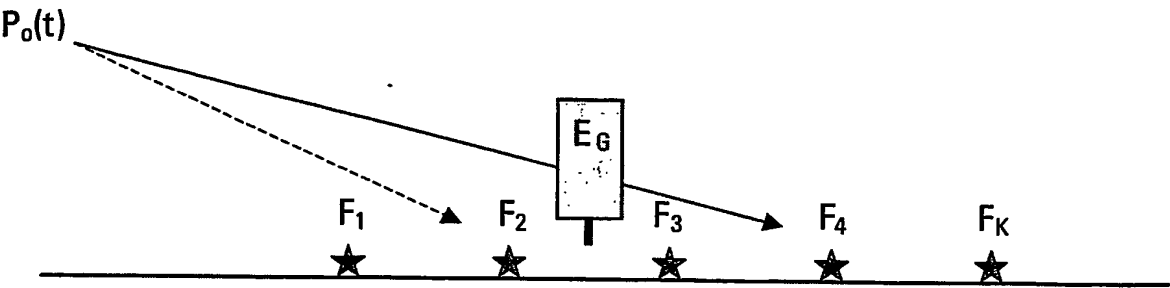


Fig. 3

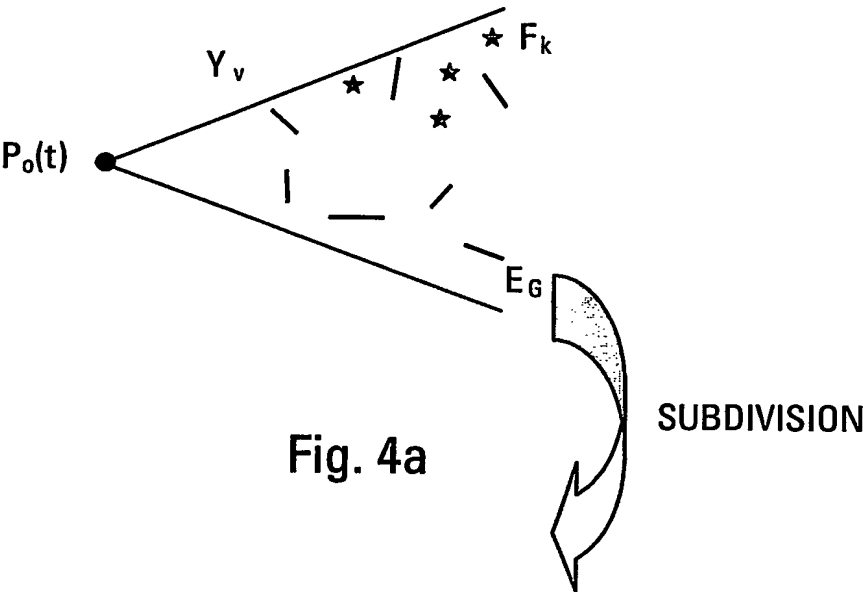


Fig. 4a

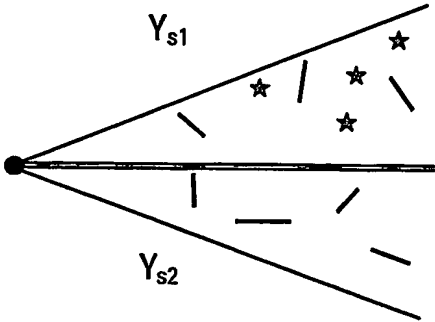


Fig. 4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/051302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G06T15/00 G06T15/40 G09B9/38 G09G5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G06T G09B G09G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|----------------------------|
| X | US 5 488 687 A (RICH HENRY H) 30 January 1996 (1996-01-30) | 1,2,5,6, 8-11,13, 14 |
| Y | abstract | 3 |
| A | column 1, line 1 - column 3, line 55 column 5, line 39 - line 50 figures 1,2 | 4,7,12 |
| X | GB 2 265 801 A (REDIFFUSION SIMULATION LTD) 6 October 1993 (1993-10-06) | 1,2, 5-11,13, 14 |
| Y | abstract | 3 |
| A | page 1, paragraph 1 - page 9, paragraph 1 page 65, paragraph 3 - page 73, paragraph 4 figure 32 | 4,12 |
| | ----- -/- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 October 2004

Date of mailing of the international search report

05/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Engels, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/051302

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|------------------------------|
| X A | US 5 675 363 A (OMORI SHINJI) 7 October 1997 (1997-10-07) abstract column 1, line 1 - column 3, line 42 figures 2-4 ----- | 1,7,9 2-6,8, 10-14 |
| Y | FOLEY J D ET AL: "COMPUTER GRAPHICS PRINCIPLES AND PRACTICE" 1990, COMPUTER GRAPHICS. PRINCIPLES AND PRACTICE, READING, ADDISON WESLEY, US, PAGE(S) 649-720 , XP002082444 page 701, paragraph 2 - page 712, paragraph 1 ----- | 3 |
| Y | WO 02/03332 A (SUN MICROSYSTEMS INC) 10 January 2002 (2002-01-10) page 1, line 37 - page 2, line 37 page 3, line 35 - page 4, line 15 page 16, line 34 - line 39 figures 6,7,9 ----- | 3 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051302

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| US 5488687 | A | 30-01-1996 | NONE |
| GB 2265801 | A | 06-10-1993 | AT 155595 T 15-08-1997 |
| | | AT 177228 T 15-03-1999 | |
| | | AT 159367 T 15-11-1997 | |
| | | AT 178421 T 15-04-1999 | |
| | | AU 4660089 A 26-06-1990 | |
| | | CA 2004539 A1 05-06-1990 | |
| | | DE 68928181 D1 21-08-1997 | |
| | | DE 68928181 T2 18-12-1997 | |
| | | DE 68928391 D1 20-11-1997 | |
| | | DE 68928391 T2 02-04-1998 | |
| | | DE 68928941 D1 08-04-1999 | |
| | | DE 68928941 T2 12-08-1999 | |
| | | DE 68928966 D1 06-05-1999 | |
| | | DE 68928966 T2 16-09-1999 | |
| | | EP 0446293 A1 18-09-1991 | |
| | | EP 0611020 A2 17-08-1994 | |
| | | EP 0611021 A2 17-08-1994 | |
| | | EP 0621548 A2 26-10-1994 | |
| | | EP 0611022 A2 17-08-1994 | |
| | | WO 9006561 A1 14-06-1990 | |
| | | GB 2226937 A , B 11-07-1990 | |
| | | GB 2265802 A , B 06-10-1993 | |
| | | GB 2265803 A , B 06-10-1993 | |
| | | GB 2265804 A , B 06-10-1993 | |
| | | JP 4502368 T 23-04-1992 | |
| | | KR 166066 B1 15-01-1999 | |
| | | US 5363475 A 08-11-1994 | |
| US 5675363 | A | 07-10-1997 | JP 3394067 B2 07-04-2003 |
| | | | JP 6301362 A 28-10-1994 |
| | | | CA 2120864 A1 14-10-1994 |
| WO 0203332 | A | 10-01-2002 | AT 266233 T 15-05-2004 |
| | | | AU 8045001 A 14-01-2002 |
| | | | DE 60103155 D1 09-06-2004 |
| | | | EP 1297495 A2 02-04-2003 |
| | | | WO 0203332 A2 10-01-2002 |
| | | | US 2002000986 A1 03-01-2002 |

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G06T15/00 G06T15/40 G09B9/38 G09G5/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G06T G09B G09G

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|--|--------------------------------|
| X | US 5 488 687 A (RICH HENRY H) 30 janvier 1996 (1996-01-30) | 1, 2, 5, 6, 8-11, 13, 14 |
| Y | abrégé | 3 |
| A | colonne 1, ligne 1 - colonne 3, ligne 55 colonne 5, ligne 39 - ligne 50 figures 1, 2 | 4, 7, 12 |
| X | GB 2 265 801 A (REDIFFUSION SIMULATION LTD) 6 octobre 1993 (1993-10-06) | 1, 2, 5-11, 13, 14 |
| Y | abrégé | 3 |
| A | page 1, alinéa 1 - page 9, alinéa 1 page 65, alinéa 3 - page 73, alinéa 4 figure 32 | 4, 12 |

-/--



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 octobre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/11/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Engels, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/EP2004/051302

| C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
|---|--|-------------------------------|
| Catégorie | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
| X A | US 5 675 363 A (OMORI SHINJI) 7 octobre 1997 (1997-10-07) abrégé colonne 1, ligne 1 - colonne 3, ligne 42 figures 2-4 | 1,7,9 2-6,8, 10-14 |
| Y | FOLEY J D ET AL: "COMPUTER GRAPHICS PRINCIPLES AND PRACTICE" 1990, COMPUTER GRAPHICS. PRINCIPLES AND PRACTICE, READING, ADDISON WESLEY, US, PAGE(S) 649-720 , XP002082444 page 701, alinéa 2 - page 712, alinéa 1 | 3 |
| Y | WO 02/03332 A (SUN MICROSYSTEMS INC) 10 janvier 2002 (2002-01-10) page 1, ligne 37 - page 2, ligne 37 page 3, ligne 35 - page 4, ligne 15 page 16, ligne 34 - ligne 39 figures 6,7,9 | 3 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP2004/051302

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|------------------------|---|------------------------|
| US 5488687 | A | 30-01-1996 | AUCUN | |
| GB 2265801 | A | 06-10-1993 | AT 155595 T | 15-08-1997 |
| | | | AT 177228 T | 15-03-1999 |
| | | | AT 159367 T | 15-11-1997 |
| | | | AT 178421 T | 15-04-1999 |
| | | | AU 4660089 A | 26-06-1990 |
| | | | CA 2004539 A1 | 05-06-1990 |
| | | | DE 68928181 D1 | 21-08-1997 |
| | | | DE 68928181 T2 | 18-12-1997 |
| | | | DE 68928391 D1 | 20-11-1997 |
| | | | DE 68928391 T2 | 02-04-1998 |
| | | | DE 68928941 D1 | 08-04-1999 |
| | | | DE 68928941 T2 | 12-08-1999 |
| | | | DE 68928966 D1 | 06-05-1999 |
| | | | DE 68928966 T2 | 16-09-1999 |
| | | | EP 0446293 A1 | 18-09-1991 |
| | | | EP 0611020 A2 | 17-08-1994 |
| | | | EP 0611021 A2 | 17-08-1994 |
| | | | EP 0621548 A2 | 26-10-1994 |
| | | | EP 0611022 A2 | 17-08-1994 |
| | | | WO 9006561 A1 | 14-06-1990 |
| | | | GB 2226937 A ,B | 11-07-1990 |
| | | | GB 2265802 A ,B | 06-10-1993 |
| | | | GB 2265803 A ,B | 06-10-1993 |
| | | | GB 2265804 A ,B | 06-10-1993 |
| | | | JP 4502368 T | 23-04-1992 |
| | | | KR 166066 B1 | 15-01-1999 |
| | | | US 5363475 A | 08-11-1994 |
| US 5675363 | A | 07-10-1997 | JP 3394067 B2 | 07-04-2003 |
| | | | JP 6301362 A | 28-10-1994 |
| | | | CA 2120864 A1 | 14-10-1994 |
| WO 0203332 | A | 10-01-2002 | AT 266233 T | 15-05-2004 |
| | | | AU 8045001 A | 14-01-2002 |
| | | | DE 60103155 D1 | 09-06-2004 |
| | | | EP 1297495 A2 | 02-04-2003 |
| | | | WO 0203332 A2 | 10-01-2002 |
| | | | US 2002000986 A1 | 03-01-2002 |